Vol.13, No.4, Winter 2024, pp.386-405

ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2024.89088.1504 Open access

Identifying the centers of dust and analyzing the factors influencing its occurrence Based on Remote Sensing Data (Case Study: Southwest Iran)

Saeed Negahban[a*], Hamid Ganjaeian[b], Seyed Saedi Ghisarian[c], Atrin Ebrahimi[d]

[a] *Associate Professor in Geomorphology, Department of Geography, Shiraz University, Shiraz, Iran.*
[b] *PhD in Geomorphology, University of Tehran, Tehran, Iran.*
[c] *Bachelor of Natural Resources, Rangeland and Watershed Management, University of Malayer, Malayer, Iran.*
[d] *PhD in Geomorphology, University of Tabriz, Tabriz, Iran.*

Received: 26 July 2024 ***Revised: 19 August 2024*** ***Accepted: 27 August 2024***

Extended Abstract

Introduction

Dust, or fine dust, refers to very small and light particles of silt, clay, or sand that are transported by the wind over long distances due to wind erosion and the spread of desertification. Dust storms have emerged as a significant threat to public health in recent years. This phenomenon is influenced by natural factors, such as climatic conditions, climate change, hydrogeomorphological features, and vegetation, as well as human factors, including land use changes, erosion, and other anthropogenic activities. Dust is one of the most harmful natural disasters in arid and semi-arid regions of the world, particularly in Iran, and has caused substantial environmental and human problems in these areas.

This phenomenon has significantly affected various aspects of life in the region in recent years. Among the areas exposed to dust-related hazards are the southwestern regions of Iran. Due to climatic conditions, wind speed and direction, and the presence of sand dunes, these areas are prone to becoming dust centers. This has resulted in frequent occurrences of dust storms over a large portion of the year in the southwestern regions of the country. Given the importance of the issue, this research investigates the concentration of dust in the southwestern region of Iran and analyzes the factors influencing its occurrence.

Material and Methods

* .Corresponding author: Saeed Negahban Email: Snegahban@shirazu.ac.ir Tel:+989191133750

How to cite this Article: Negahban, S., Ganjaeian, H., Ghisarian, S., & Ebrahimi, A. (2024). Identifying the centers of dust and analyzing the factors influencing its occurrence Based on Remote Sensing Data (Case Study: Southwest Iran). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *13*(4), 386-405.

In this research, Google Earth images, MODIS satellite images, CHIRPS satellite images, and a 30-meter SRTM digital elevation model were utilized. The most important tools used in the research were Google Earth Engine (for preparing dust concentration maps and average precipitation and temperature maps of the region), Google Earth (for creating geomorphological unit maps), ArcGIS (for generating desired maps), and IDRISI (for implementing the WLC model).

Additionally, various indices and models were applied, the most notable being the AOD index (for generating dust concentration maps) and the WLC model (for identifying areas prone to dust center formation). This research was conducted in several stages.

In the first stage, the Google Earth Engine system, AOD index, and MODIS satellite images were used to prepare the dust concentration map for the study area from 2018 to 2022. In the second stage, the correlation between dust concentration and environmental factors, such as vegetation parameters, wind speed, precipitation, temperature, geomorphological units, and altitude, was analyzed. In the third stage, areas prone to dust center formation were identified using the WLC model.

Results and Discussion

Google Earth Engine and the AOD index were employed to assess the dust concentration in the southwest of the country. The analysis involved utilizing MODIS satellite images to generate dust concentration maps for the years 2018 to 2022. Based on these maps, the highest dust concentration was observed in the central regions of Khuzestan Province and the southern regions of Ilam Province. Conversely, the lowest dust concentration was recorded in areas adjacent to Horulazim Wetland, the Arvand River, and the southern coastline.

The relationship between the dust concentration index and environmental factors indicated that the highest dust concentrations were associated with areas characterized by low NDVI coefficients, low rainfall, high temperatures, low altitudes, and sand dunes.

Conclusion

The findings of this research showed that the correlation coefficients between dust concentration and the parameters of NDVI, wind speed, precipitation, temperature, and altitude were 0.63, 0.156, 0.557, 0.489, and 0.602, respectively. Additionally, the dust concentration coefficients in sand hills, plains, hills, and mountains were 0.71, 0.64, 0.47, and 0.23, respectively.

After analyzing the factors affecting dust concentration, a map of areas prone to dust center formation was generated based on the identified parameters. The results revealed that a significant portion of the study area, including the northwestern parts of Ahvaz City and the northern parts of Hovizeh City, showed a high potential for forming dust centers. Similarly, the areas between the cities of Omidieh and Ahvaz also demonstrated substantial potential for dust center formation. The overall findings indicate that under the influence of environmental factors, a large portion of the southwestern regions of Iran is prone to dust center formation. Among the environmental factors, vegetation density played the most significant role in dust control. Therefore, the most effective solution to reduce and manage dust in the region is to establish vegetation in barren areas, particularly in the sand fields of the region.

Keywords: Dust Storms, AOD Index, NDVI Analysis, Environmental Factors, Southwest Iran.

جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، ص ۴۰۵-۳۸۶ ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

نشریه علمی
جغرافیا و مخاطرات محیطی

مقاله پژوهشی DOI:10.22067/geoeh.2024.89088.1504 دسترسی آزاد

شناسایی کانون‌های گردوغبار و تحلیل عوامل مؤثر در وقوع آن بر مبنای داده‌های سنجش‌ازدوری (مطالعه موردی: جنوب غرب ایران)

سعید نگهبان[1]- دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

حمید گنجائیان- دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

سیدسعدی قیصریان- کارشناسی منابع طبیعی مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

عطرین ابراهیمی- دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۴/۵ تاریخ بازنگری:۱۴۰۳/۵/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۶/۶

چکیده

گردوغبار ازجمله مخاطراتی است که تأثیر مستقیمی بر سلامت انسان و وضعیت زیست‌محیطی مناطق دارد. این مخاطره بخش زیادی از کشور ازجمله مناطق جنوب غربی آن را با تهدید مواجه کرده است. با توجه به اهمیت موضوع، هدف از این پژوهش شناسایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار در جنوب غرب کشور و تحلیل عوامل مؤثر در وقوع آن است. در این تحقیق از تصاویر گوگل ارث، تصاویر ماهواره MODIS، تصاویر ماهواره CHIRPS و همچنین مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM استفاده شده است. مهم‌ترین ابزارهای مورداستفاده در تحقیق، سامانه گوگل ارث انجین، گوگل ارث، نرم‌افزارهای ArcGIS و IDRISI بوده است. همچنین در این تحقیق از شاخص‌ها و مدل‌های مختلفی ازجمله شاخص AOD و مدل WLC استفاده شده است. این تحقیق در چند مرحله انجام شده است که در مرحله اول با استفاده از شاخص AOD، نقشه غلظت گردوغبار منطقه تهیه شده است. در مرحله دوم به تحلیل ارتباط غلظت گردوغبار منطقه با عوامل محیطی پرداخته شده است و در مرحله سوم نیز مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار شناسایی شده است. بر اساس نتایج حاصله، ضریب همبستگی بین میزان غلظت گردوغبار منطقه با پارامترهای NDVI، سرعت باد، بارش، دما و ارتفاع به ترتیب ۰/۶۳، ۰/۱۵۶، ۰/۵۵۷، ۰/۴۸۹ و ۰/۶۰۲ بوده است. ضریب غلظت گردوغبار در واحدهای تپه‌های ماسه‌ای، دشت، تپه‌ماهور و کوهستان به ترتیب وزن ۰/۷۱، ۰/۶۴، ۰/۴۷ و ۰/۲۳ به دست آمده است. همچنین بر اساس نتایج حاصله، بخش زیادی از منطقه موردمطالعه ازجمله مناطق شمال غربی شهر اهواز، مناطق شمالی شهر هویزه و مناطق حدفاصل شهرهای امیدیه تا اهواز پتانسیل زیادی جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارد.

[1]. نویسنده مسئول ۰۹۱۹۱۱۳۳۷۵۰ Email: Snegahban@shirazu.ac.ir

کلیدواژه‌ها: طوفان‌های گرد و غبار ، شاخص AOD ، تحلیل NDVI ، عوامل محیطی ، جنوب غرب ایران.

۱-مقدمه

گردوغبار یا ریزگرد به ذرات بسیار کوچک و سبک، سیلتی و رسی یا ماسه‌ای اطلاق می‌شود که در اثر فرسایش بادی و گسترش بیابان‌زایی توسط باد تا مسافت‌های بسیار طولانی منتقل می‌شود (Jooybari, Rezaee, Soleimani & Davoodi, 2019). طوفان‌های گردوغبار ازجمله مخاطراتی است که در طی سال‌های اخیر سلامت مردم را با خطر مواجه کرده است (Kim, 2008). این پدیده تحت تأثیر عوامل طبیعی مانند وضعیت اقلیمی، تغییرات اقلیمی، وضعیت هیدروژئومورفولوژی و پوشش‌گیاهی (Hu et al., 2019; Wei et al., 2019) و همچنین عوامل انسانی مانند تغییرات کاربری اراضی، فرسایش و غیره قرار دارد (Hermas, Leprince & El-Magd, 2012). پدیده گردوغبار یکی از زیان‌بارترین بلایای طبیعی مناطق خشک و نیمه-خشک جهان و به‌خصوص ایران است و مشکلات زیست‌محیطی و انسانی را در این نواحی به وجود آورده است (Ranjbar, Bazgir, Namdar Khojasteh & Rostaminia, 2019). همچنین این پدیده در سال‌های اخیر جنبه‌های مختلفی از زندگی مردم را در این منطقه متأثر ساخته است (Azizi, Miri & Nabavi, 2012). درواقع، خطرات مربوط به پدیده گردوغبار از دو جنبه سلامتی و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی قابل‌تأمل است. به‌طوری‌که هر گرم از ذرات گردوغبار، شامل یک‌میلیون سلول از باکتری‌هایی است که می‌تواند خطرات جدی در سیستم تنفسی ایجاد کند. از نظر پیامدهای اقتصادی و اجتماعی نیز گردوغبار موجب خسارت به اراضی کشاورزی، واحدهای اقتصادی، تأسیسات زیربنایی، بزرگراه‌ها، راه‌آهن و تهدید سلامت اجتماعی می‌شود (Karam, Sffari, Ahmadabadi & Anari, 2022).

ازجمله مناطقی که در معرض مخاطرات ناشی از گردوغبار است، مناطق جنوب غربی ایران است. این مناطق به دلیل وضعیت اقلیمی، سرعت و جهت باد و همچنین وجود ماسه‌های روان، مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار است. مخاطره گردوغبار تأثیر مستقیم بر سلامت انسان دارد و همچنین یکی از عوامل اصلی تخریب اراضی کشاورزی محسوب می‌شود و همین مسئله سبب شده است تا این مخاطره به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی جنوب غربی کشور محسوب شود و تحقیق در این مسئله اهمیت و ضرورت بالایی داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع، بررسی وضعیت گردوغبار جنوب غرب کشور و اینکه چه عواملی در وقوع و یا تشدید آن مؤثر است؟ بسیار ضروری است که در این پژوهش به این مهم پرداخته شده است.

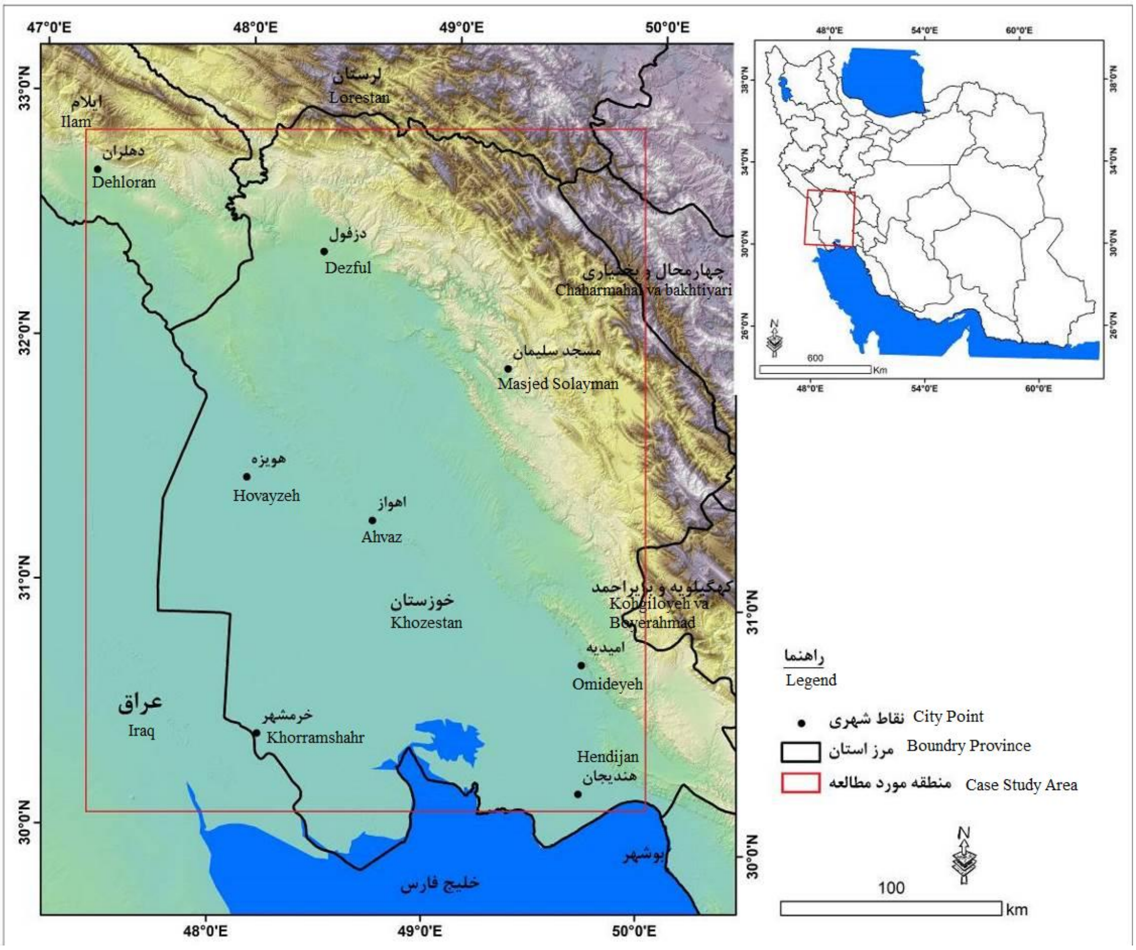
در ارتباط با موضوع موردمطالعه تحقیقات مختلفی در سطح ایران و جهان صورت گرفته است که ازجمله آن‌ها می‌توان به ژانگ و همکاران (Zhang, Tsunekawa & Tsubo, 2015) اشاره کرد که با استفاده از تصاویر ماهواره مادیس نشان دادند که دریاچه‌های خشک، بستر رودخانه‌ها، معادن و زمین‌های زراعی در انتشار گردوغبار در شرق چین نقش مهمی داشته‌اند. کائو و همکاران (Cao, Amiraslani, Liu & Zhou, 2015) با

استفاده از تصاویر ماهواره لندست، منابع ایجاد گردوغبار در غرب آسیا را موردبررسی قرار دادند و نشان دادند که دشت دجله و فرات نقش مهمی در تأمین منبع گردوغبار این منطقه دارد. گوآن و همکاران (Guan, Huang, Zhang, Xie & Liu, 2016) نشان دادند که در بین فعالیت‌های انسانی تأثیرگذار بر ایجاد گردوغبار، فعالیت‌های مربوط به بخش زراعت، بیش‌ترین اثرگذاری را دارند. پاراجولی و زندر (Parajuli & Zender, 2017) در تحقیقی نشان دادند که عوامل ژئومورفولوژی نقش مستقیمی در شکل‌گیری و الگوی گردوغبار در مقیاس جهانی دارد. کاترا (Katra, 2020) نشان داده است که انتشار گردوغبار در مناطق نیمه‌خشک باعث فرسایش خاک و تخریب اراضی کشاورزی می‌شود. کوک و همکاران (Kok et al., 2021) روند جهانی گردوغبار را با دقت قابل قبولی شبیه‌سازی کردند. درگاهیان و همکاران (Dargahian, Lotfi Nasab Asl & Khosroshahi, 2019) نقش کانون‌های گردوغبار داخلی در ایجاد شرایط بحرانی در شهر اهواز را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داده است که جهت کلی گردوغبار از سمت شمال غرب است و در فصل سرد سال دارای بیش‌ترین فراوانی است. نوروزی و شعاعی (Noroozi & Shoaee, 2020) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و اطلاعات میدانی، نشان دادند که مناطق غربی و جنوب غربی استان خوزستان، پتانسیل بیش‌تری جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارد. شایسته و همکاران (Shayeshteh, Gharib, Safikhani & Arabi, 2020) با استفاده از منطق فازی نشان دادند که مناطقی در شمال غرب استان همدان و همچنین بخش‌هایی از شرق و مرکز آن پتانسیل بالایی جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارند. نامداری و همکاران (Namdari, Hajibaglou & Abazari, 2022) تغییرات کانون‌های گردوغبار داخلی ایران در بیست سال اخیر را بررسی کردند و۳۳ کانون گردوغبار را شناسایی کردند. چکی فورک و همکاران (Cheki Forak, Doostan & Minaei, 2023) با استفاده از روش‌های آماری و تصاویر ماهواره‌ای نشان دادند که بیش‌ترین تعداد روزهای گردوغبار در شهر بیرجند در طی سال‌های ۱۹۶۳ تا ۲۰۰۸، مربوط به ماه جولای بوده است. عزیزی و همکاران (Azizi, Neghah, Farid Mojtahedi & Shojaie, 2023) کانون‌های جدید گرد وخاک گسترش یافته در شمال ایران را بررسی کردند و نشان دادند که با توجه به گرادیان مناسب فشاری و افزایش سرعت باد، چشمه‌های مولد گردوخاک روی مناطق بیابانی راین شکل گرفته و با حاکمیت جریان‌های شمالی، توده گردوخاک به سمت استان گیلان گسیل می‌یابد. در راستای تحقیقات پیشین صورت گرفته، هدف از این پژوهش شناسایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار در جنوب غرب کشور و تحلیل عوامل مؤثر در وقوع آن است.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه منطبق بر مناطق جنوبی استان ایلام و بخش زیادی از استان خوزستان است (شکل ۱). این منطقه از نظر مورفوتکتونیکی در واحد زاگرس چین‌نخورده قرار دارد و از سمت شرق به واحد زاگرس چین‌خورده منتهی می‌شود. از نظر تقسیمات حوضه‌ای، جزء حوضه آبریز خلیج‌فارس محسوب می‌شود. از نظر ژئومورفولوژی، بخش زیادی از منطقه منطبق بر واحد دشت است و از سمت شرق و شمال به واحدهای تپه‌ماهور و کوهستان منتهی می‌شود. با توجه به اینکه این منطقه دارای اختلاف ارتفاعی زیادی است (۰ تا ۲۹۵۰ متر از سطح دریا)، از نظر اقلیمی نیز دارای تنوع زیادی است به‌طوری‌که این منطقه دارای میانگین دمای سالانه بین ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد و مجموع بارش سالانه بین ۴۲ تا ۳۲۳ میلی‌متر است.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه موردمطالعه

Fig.1. Location map of the study area

۲-۲-روش تحقیق

این تحقیق بر اساس روش‌های کمی، توصیفی و تحلیلی است. در این تحقیق از تصاویر گوگل ارث، تصاویر ماهواره MODIS، تصاویر ماهواره CHIRPS و همچنین مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر SRTM استفاده شده است. مهم‌ترین ابزارهای مورداستفاده در تحقیق، سامانه گوگل ارث انجین (به‌منظور تهیه نقشه غلظت گردوغبار، نقشه میانگین بارش و دمای منطقه)، گوگل ارث (به‌منظور تهیه نقشه واحدهای ژئومورفولوژی منطقه)، ArcGIS (به‌منظور تهیه نقشه‌های موردنظر) و IDRISI (به‌منظور اجرای مدل WLC) بوده است. همچنین در این تحقیق از شاخص‌ها و مدل‌های مختلفی استفاده شده است که مهم‌ترین آن‌ها، شاخص AOD (به‌منظور تهیه نقشه غلظت گردوغبار منطقه) و مدل WLC (به‌منظور شناسایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار) بوده است. با توجه به موضوع و اهداف موردنظر، این تحقیق در چند مرحله انجام شده است که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته شده است:

مرحله اول (تهیه نقشه غلظت گردوغبار منطقه): در این مرحله به‌منظور تهیه نقشه غلظت گردوغبار منطقه از تصاویر ماهواره مادیس، سامانه گوگل ارث انجین و شاخص AOD استفاده شده است. در این مرحله ابتدا تصاویر ماهواره مادیس مربوط به سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۲ فراخوانی شده است و با اعمال تابع مربوط به شاخص AOD، نقشه غلظت گردوغبار منطقه تهیه شده است. شاخص AOD معیاری برای تحلیل پدیدهٔ گردوغبار در یک منطقه است که افزایش این شاخص نشان‌دهنده افزایش غلظت گردوغبار در اتمسفر است. این شاخص شامل دو بخش ذرات گردوغبار با اندازهٔ کم‌تر از ۴۷ میکرون و بیش‌تر از ۵۵ میکرون تقسیم می‌شود (Beegum, Gherboudj, Chaouch, Temimi & Ghedira, 2018; Deep et al., 2021; Fathallah zadeh, Ranjbar Barough, Motamedirad & Hajikarimi Dolabi, 2023).

مرحله دوم (تحلیل عوامل مؤثر بر غلظت گردوغبار منطقه): در این مرحله به‌منظور تحلیل نقش عوامل محیطی در غلظت گردوغبار منطقه، به بررسی وضعیت همبستگی میزان غلظت گردوغبار با پارامترهای پوشش‌گیاهی، سرعت باد، بارش، دما، واحدهای ژئومورفولوژی و ارتفاع پرداخته شده است. در این مرحله به‌منظور بررسی وضعیت پوشش‌گیاهی منطقه، از سامانه گوگل ارث انجین، تصاویر ماهواره MODIS و شاخص NDVI استفاده شده است. به‌منظور بررسی وضعیت سرعت بادهای منطقه، از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک هندیجان، رامهرمز، ایذه، شوشتر، دزفول و دهلران استفاده شده است. به‌منظور تهیه نقشه میانگین بارش منطقه، از سامانه گوگل ارث انجین و تصاویر ماهواره CHIRPS استفاده شده است. به‌منظور تهیه نقشه میانگین دمای منطقه، از سامانه گوگل ارث انجین و تصاویر ماهواره MODIS استفاده شده است. به‌منظور تهیه نقشه واحدهای ژئومورفولوژی منطقه، از تصاویر گوگل ارث استفاده شده است و به‌منظور تهیه نقشه وضعیت ارتفاعی منطقه، از مدل رقومی ارتفاعی SRTM استفاده شده است. در این مرحله، پس از تهیه لایه-

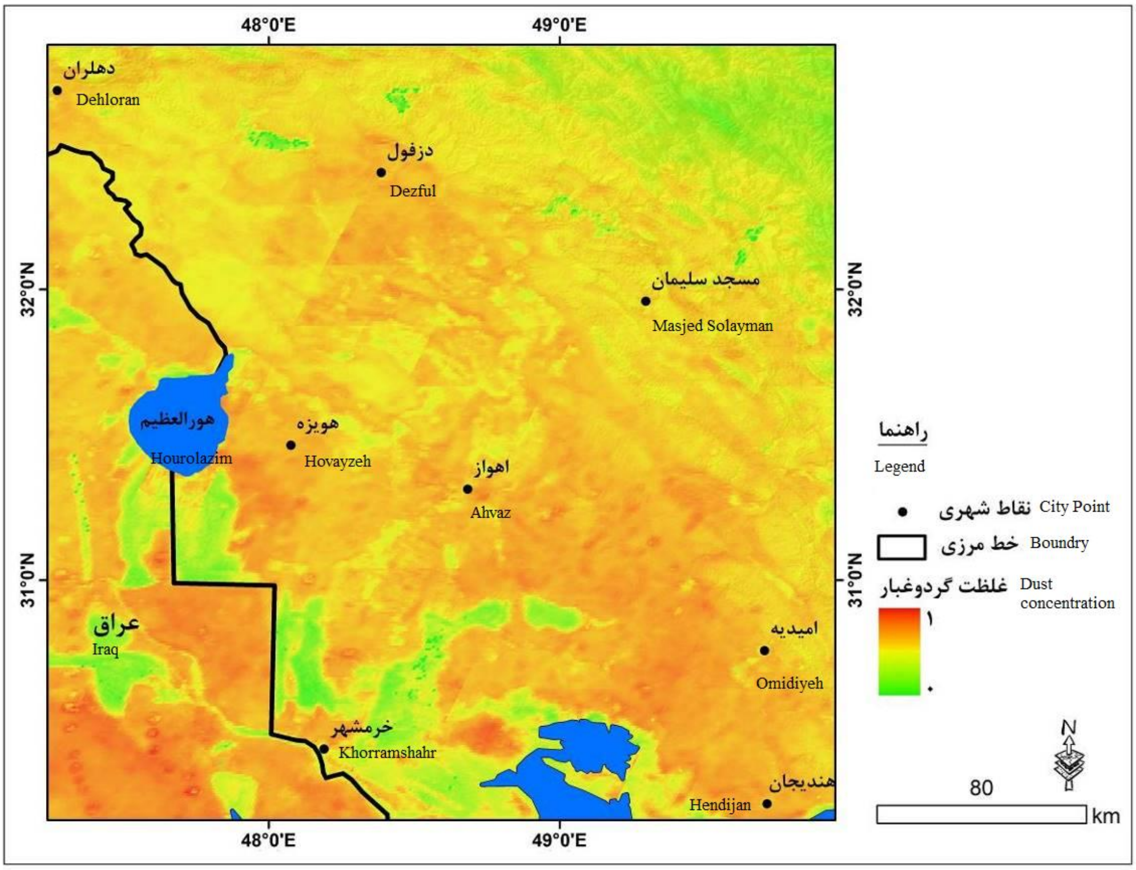
های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، میزان همبستگی آن‌ها با پارامتر غلظت گردوغبار محاسبه و تحلیل شده است. لازم به ذکر است که پارامترها بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و وضعیت منطقه انتخاب شده‌اند.

مرحله سوم (شناسایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار): در این مرحله به‌منظور شناسایی کانون-های گردوغبار از نتایج و پارامترهای مراحل قبل شامل پوشش‌گیاهی، سرعت باد، بارش، دما، واحدهای ژئومورفولوژی و ارتفاع استفاده شده است. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر و استانداردسازی آن‌ها، بر مبنای ضریب همبستگی به دست آمده در مرحله قبل (ضریب همبستگی هر پارامتر با شاخص AOD)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است. پس از وزن‌دهی و اعمال وزن به دست آمده بر روی هر لایه، لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار IDRISI شده است و درنهایت با استفاده مدل WLC با هم ترکیب و تلفیق شده و نقشه نهایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار تهیه شده است. روش WLC (ترکیب خطی وزنی) یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های ارزیابی چند معیاره محسوب می‌شود که روش وزن‌دهی جمع‌پذیر و یا روش امتیازدهی نیز نامیده می‌شود. اساس این روش بر مبنای میانگین وزنی است و تصمیم‌گیرنده‌ها مستقیماً بر مبنای اهمیت نسبی معیارها، وزن‌هایی به آن‌ها می‌دهد، سپس با ضرب وزن نسبی در مقدار آن معیار، یک وزن نهایی برای آن معیار به دست می‌آید. پس از به‌دست‌آمدن وزن نهایی گزینه‌ها، گزینه‌ای که بیش‌ترین مقدار را داشته باشد، مناسب‌ترین گزینه برای هدف مورد نظر خواهد بود (Rasouli, Mahmoudzadeh, Yazdchi & Zarinbal, 2012; Esfandiary Darabad, Layeghi, Mostafazadeh & Haji, 2021).

۳-نتایج و بحث

۳-۱- وضعیت غلظت گردوغبار در جنوب غرب کشور

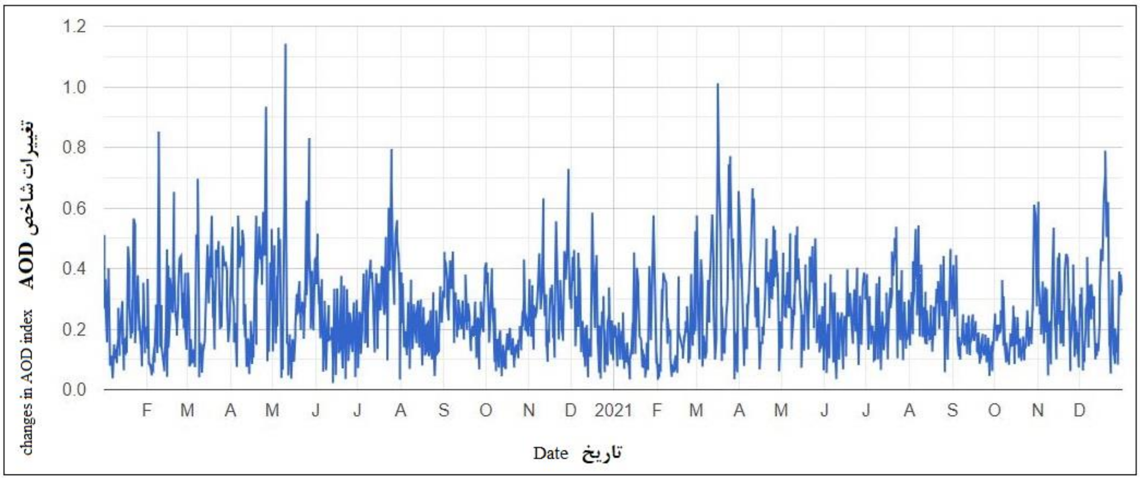
غلظت گردوغبار تعیین‌کننده سلامت آب‌وهوایی هر منطقه است و این پارامتر تحت تأثیر عوامل مختلف طبیعی و انسانی قرار دارد. در این بخش با استفاده از شاخص AOD نقش وضعیت غلظت گردوغبار در جنوب غرب کشور تهیه شده است. بر اساس نقشه تهیه شده (لازم به ذکر است که مقادیر به دست آمده به‌صورت نسبی است، به همین دلیل به دلیل استانداردسازی نقشه، به مقادیر به دست آمده ارزشی بین صفر تا ۱ داده شده است که مقادیر نزدیک به ۱ دارای غلظت گردوغبار بیش‌تری است)، بیش‌ترین غلظت گردوغبار مربوط به مناطق میانی استان خوزستان و مناطق جنوبی استان ایلام بوده است و همچنین مناطق مجاور هورالعظیم، رودخانه اروند و خط ساحل جنوب کم‌ترین غلظت گردوغبار را داشته است.



شکل ۲- نقشه غلظت گردوغبار منطقه موردمطالعه

Fig. 2. Dust concentration map of the study area

نتایج آنالیز روند تغییرات زمانی غلظت گردوغبار نشان داده است که میزان غلظت گردوغبار در طی ماه‌های مختلف سال دارای اختلاف زیادی بوده است. بر اساس نمودار تهیه شده (شکل ۳)، بیش‌ترین میزان غلظت گردوغبار مربوط به ماه‌های آوریل تا ژوئن بوده است. بر این اساس می‌توان گفت که منطقه جنوب غرب کشور، در فصل بهار دارای غلظت گردوغبار بیش‌تری است.



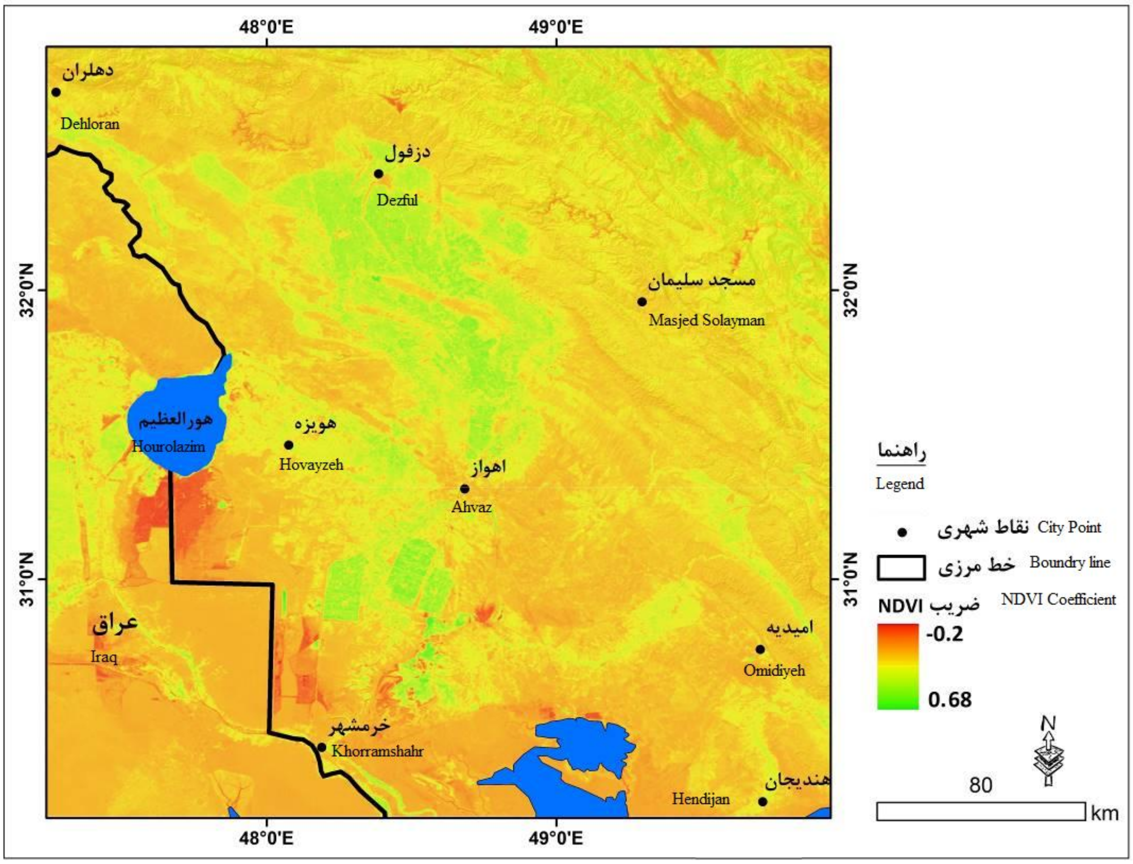
شکل ۳- نمودار روند تغییرات شاخص AOD

Fig. 3. Chart of changes in AOD index

۳-۲- عوامل مؤثر در غلظت گردوغبار جنوب غرب کشور

در این بخش به‌منظور تحلیل نقش عوامل مختلف در وضعیت گردوغبار منطقه از پارامترهای مختلف پوشش‌گیاهی، بارش، دما، ارتفاع، موقعیت ماسه‌های روان، سرعت و جهت باد استفاده شده است. در ادامه به تشریح نتایج حاصله از این بخش پرداخته شده است:

-**پوشش‌گیاهی:** با توجه به تنوع وضعیت هیدروژئومورفولوژی منطقه، این منطقه از نظر پوشش‌گیاهی نیز دارای تنوع زیادی است. بر اساس نقشه تهیه شده، ضریب NDVI منطقه بین ۰/۲- تا ۰/۶۸ است که بالاترین ضریب مربوط به مناطق مجاور تالاب هورالعظیم و رودخانه اروند است و کم‌ترین ضریب نیز مربوط به حدفاصل شهرهای اهواز تا دزفول بوده است. پس از تهیه نقشه شاخص NDVI منطقه، ضریب همبستگی بین شاخص‌های NDVI و AOD محاسبه شده است. بر اساس نتایج حاصله، ضریب به دست آمده معادل ۰/۶۳- بوده است که بیانگر رابطه غیرمستقیم و معنادار تراکم پوشش‌گیاهی با غلظت گردوغبار منطقه است.

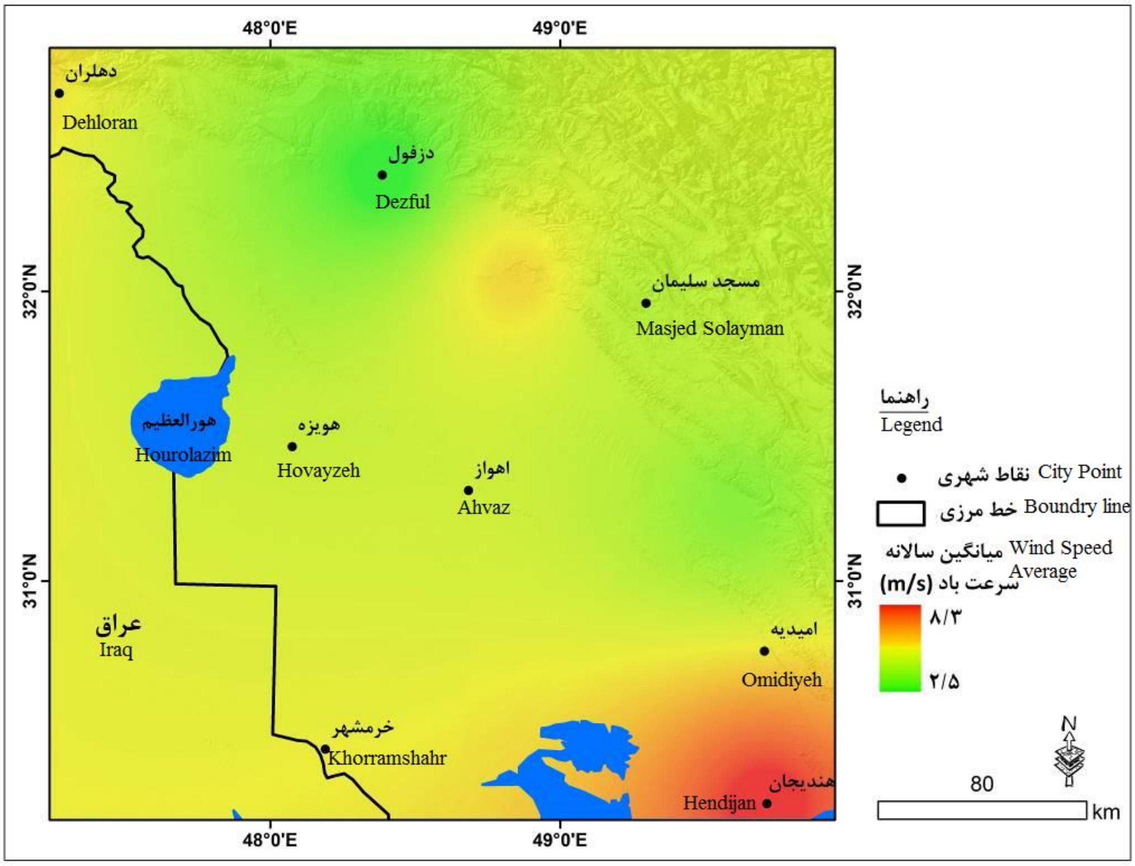


شکل ۴- نقشه شاخص NDVI منطقه موردمطالعه

Fig. 4. NDVI index map of the study area

سرعت باد: سرعت باد از مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در ایجاد گردوغبار است. در واقع، در صورت وجود ماسه‌های روان و سرعت لازم باد، گردوغبار شکل می‌گیرد. با توجه به اینکه منطقه موردمطالعه از نظر وضعیت توپوگرافی و هیدرولوژی دارای تنوع زیادی است، بنابراین سرعت وزش باد در مناطق مختلف آن نیز متفاوت است. در این بخش به‌منظور بررسی وضعیت سرعت باد منطقه، از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک هندیجان، رامهرمز، ایذه، شوشتر، دزفول و دهلران استفاده شده است و با استفاده از روش درونیابی IDW، نقشه میانگین سالانه سرعت باد منطقه موردمطالعه تهیه شده است (شکل ۵). بر اساس نقشه تهیه شده، میانگین سالانه سرعت باد منطقه بین ۲/۵ تا ۸/۳ متر بر ثانیه است که بالاترین میانگین سرعت باد مربوط به مناطق جنوبی منطقه و کم‌ترین آن مربوط به مناطق مجاور شهر دزفول است. پس از تهیه نقشه درونیابی سرعت باد منطقه، ضریب همبستگی بین شاخص AOD و میانگین سالانه سرعت باد محاسبه شده است. براساس نتایج حاصله، ضریب به دست آمده معادل ۰/۱۵۶ بوده است که این مسئله بیانگر عدم ارتباط

معنادار بین سرعت باد و میزان غلظت هوا است. با توجه به اینکه سرعت باد عامل اصلی ایجاد گردوغبار است، پایین بودن ضریب همبستگی را می‌توان به عوامل طبیعی و خصوصاً وضعیت پوشش‌گیاهی نسبت داد.

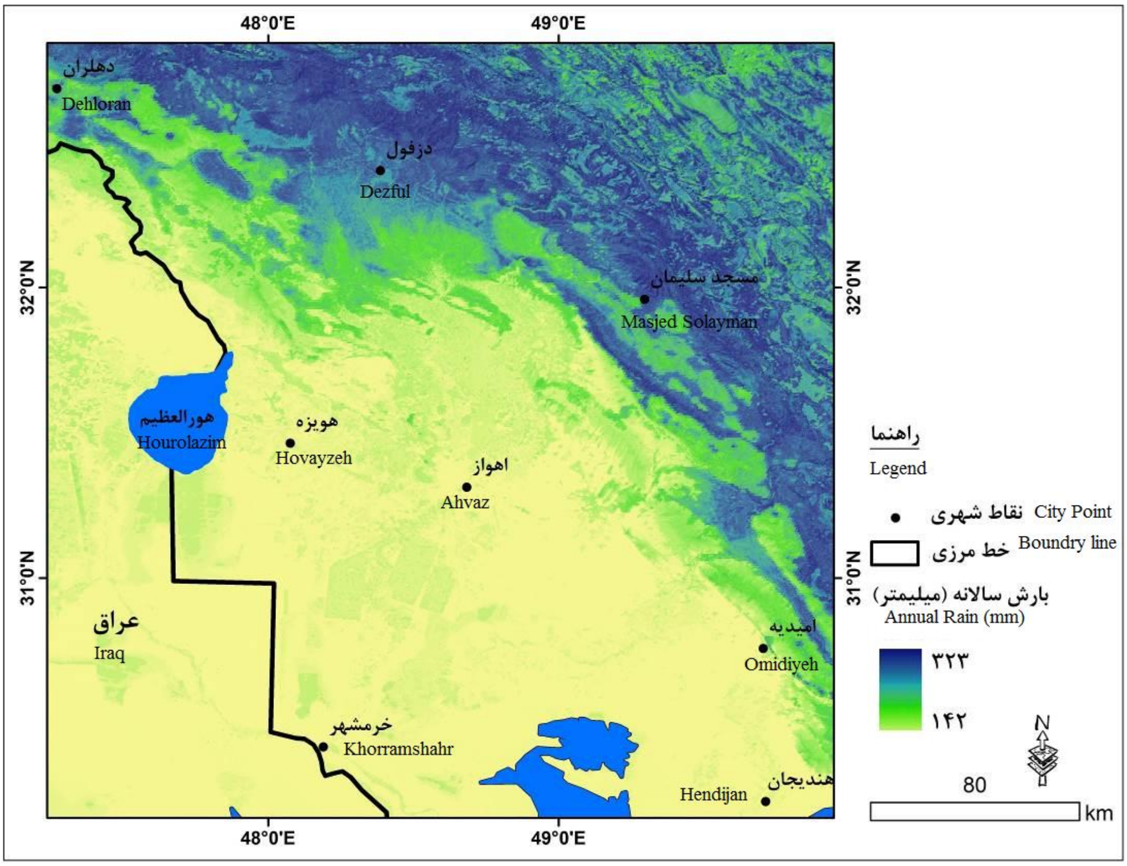


شکل ۵- نقشه میانگین سالانه سرعت باد منطقه موردمطالعه

Fig.5. Annual average wind speed map of the study area

بارش: با توجه به اینکه بارش نقش مستقیمی در تراکم پوشش‌گیاهی، میزان رطوبت، فرسایش، توسعه اراضی کشاورزی و فعالیت‌های انسانی و غیره دارد، این پارامتر ازجمله عوامل مهم در غلظت پوشش‌گیاهی در هر منطقه محسوب می‌شود. بر این اساس، در این پژوهش به‌منظور تحلیل تأثیر بارش بر غلظت گردوغبار منطقه، ابتدا با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین نقشه میانگین بارش سالانه منطقه در طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ تهیه شده است (شکل ۶). بر اساس نقشه تهیه شده، در یک روند کلی، میانگین بارش سالانه از نوار مرزی به سمت مناطق شرقی منطقه دارای روند افزایشی بوده است. پس از تهیه نقشه بارش سالانه منطقه، ضریب همبستگی آن با شاخص AOD محاسبه شده است. بر اساس نتایج حاصله، ضریب به دست آمده معادل

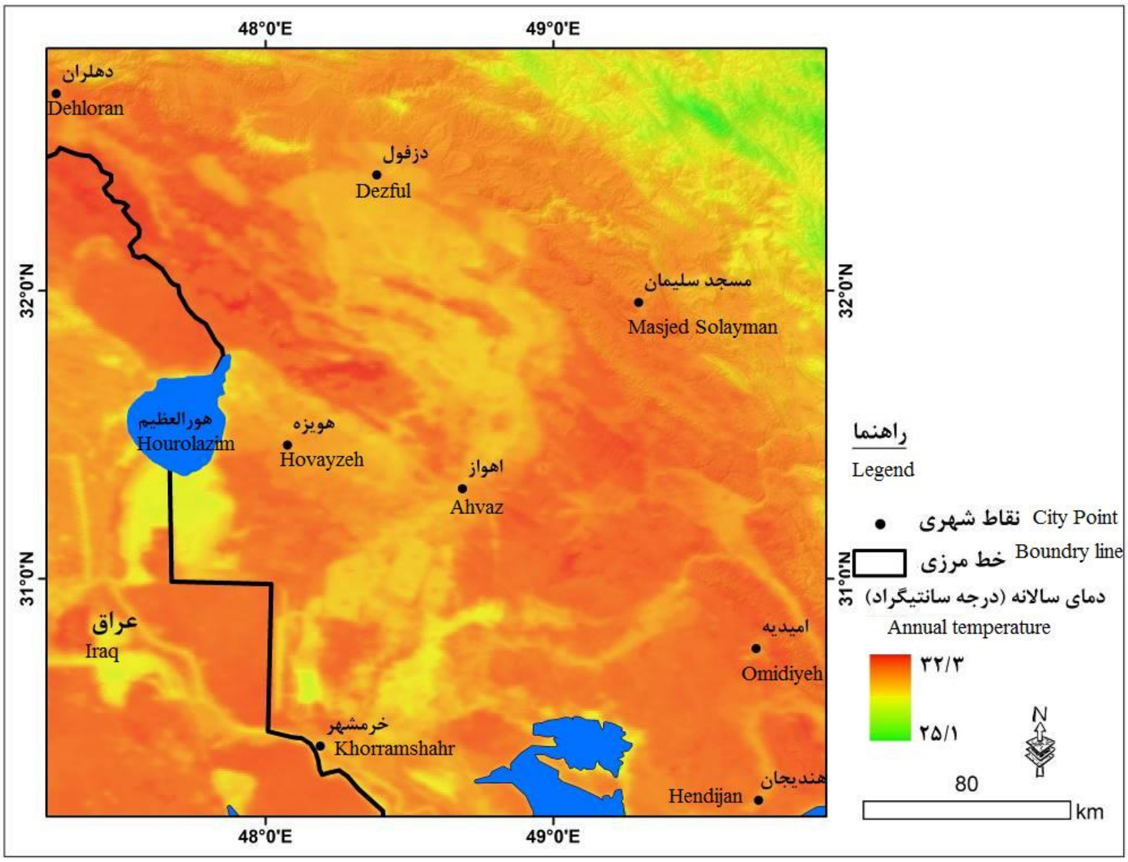
۰/۵۵۷- بوده است که این مسئله بیانگر ارتباط غیرمستقیم و معنادار بین بارش سالانه و غلظت گردوغبار منطقه است.



شکل ۶- نقشه میانگین بارش سالانه منطقه موردمطالعه

Fig. 6. Average annual precipitation map of the study area

دما: دما از دیگر پارامترهای اقلیمی است که به‌طور مستقیم بر میزان تبخیر، رطوبت، فرسایش، تراکم پوشش-گیاهی و غیره تأثیرگذار است و بر این اساس نقش مهمی در غلظت گردوغبار دارد. در بخش به‌منظور تحلیل تأثیر میانگین دمای منطقه بر غلظت گردوغبار، ابتدا با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین، نقشه میانگین دمای سالانه منطقه در طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ تهیه شده است (شکل ۷). بر اساس نقشه تهیه شده، در یک روند کلی، میانگین دمای به سمت خط مرزی ایران دارای روند افزایشی است. پس از تهیه نقشه میانگین دمای سالانه منطقه، ضریب همبستگی آن با شاخص AOD محاسبه شده است. براساس نتایج حاصله، ضریب به دست آمده معادل ۰/۴۸۹ بوده است که این مسئله بیانگر ارتباط مستقیم و معنادار بین میانگین دمای سالانه و میزان غلظت گردوغبار منطقه است.



شکل ۷- نقشه میانگین دمای سالانه منطقه موردمطالعه

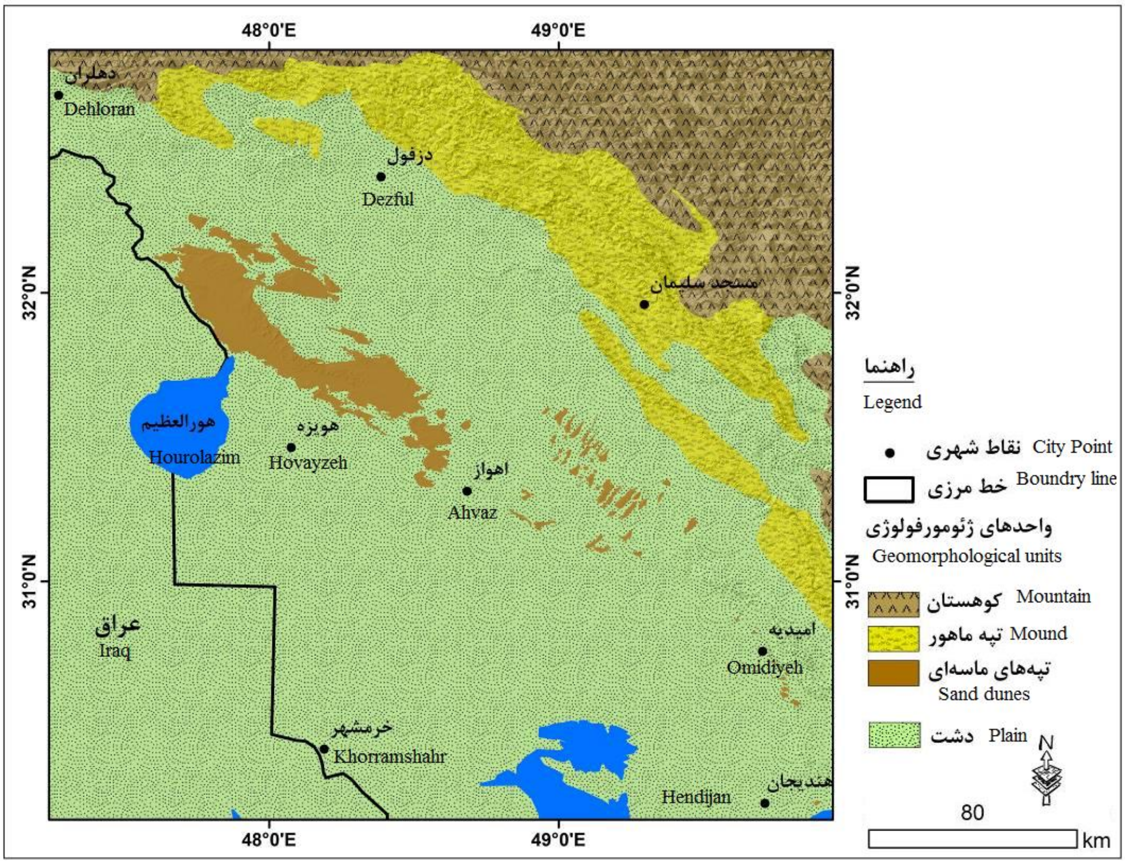
Fig.7. Average annual temperature map of the study area

واحدهای ژئومورفولوژی: وضعیت ژئومورفولوژی از دیگر عوامل مهم در تعیین کانون‌های گردوغبار است. در واقع، پتانسیل فرسایش، حمل ماسه، وضعیت پوشش‌گیاهی و غیره متأثر از وضعیت ژئومورفولوژی است. با توجه به اهمیت موضوع، در این بخش به‌منظور تأثیر وضعیت ژئومورفولوژی بر غلظت گردوغبار، ابتدا با استفاده از تصاویر گوگل ارث، نقشه واحدهای ژئومورفولوژی منطقه موردمطالعه تهیه شده است (شکل ۸). بر اساس نقشه تهیه شده، بخش زیادی از منطقه، منطبق بر دشت خوزستان است و در محدوده دشت خوزستان نیز واحدهای تپه‌های ماسه‌ای وجود دارد که پتانسیل زیادی جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارد. در این بخش به‌منظور بررسی تأثیر واحدهای ژئومورفولوژی در غلظت گردوغبار منطقه، میانگین غلظت گردوغبار در هرکدام از واحدهای ژئومورفولوژی محاسبه شده است (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصله، بالاترین ضریب غلظت گردوغبار با ۰/۷۱ مربوط به واحد تپه‌های ماسه‌ای و پایین‌ترین ضریب غلظت گردوغبار با ضریب ۰/۲۳ مربوط به واحد کوهستان بوده است.

جدول ۱- میانگین غلظت گردوغبار در واحدهای ژئومورفولوژی منطقه

Table 1- Average dust concentration in the geomorphological units of the region

واحدهای ژئومورفولوژی **Geomorphological units**	کوهستان **Mountain**	تپه‌ماهور **Mound**	تپه‌های ماسه‌ای **Sand dunes**	دشت **Plain**
میانگین غلظت گردوغبار **Average dust concentration**	0.23	0.47	0.71	0.64

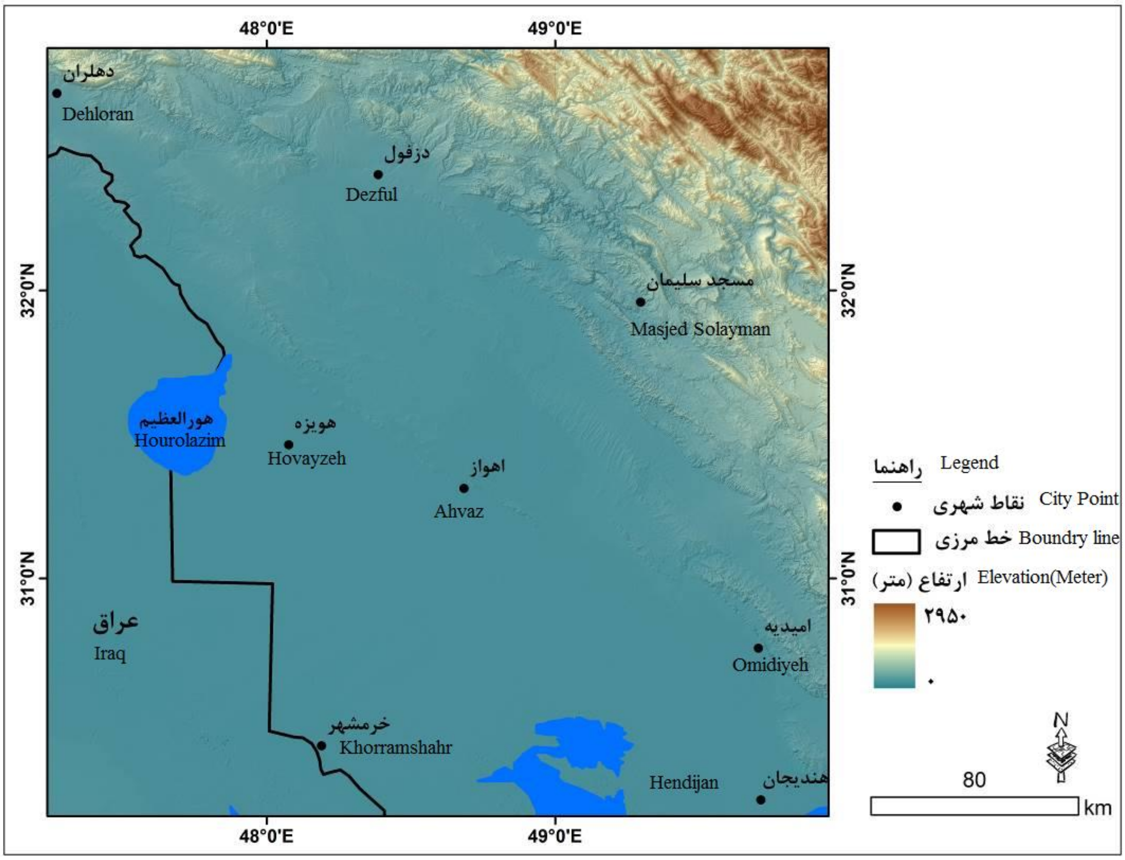


شکل ۸- نقشه واحدهای ژئومورفولوژی منطقه موردمطالعه

Fig. 8. Map of geomorphological units of the studied area

ارتفاع: ارتفاع به‌طور غیرمستقیم بر فعالیت‌های انسانی، وضعیت پوشش‌گیاهی، میزان رطوبت، فرسایش، تراکم ماسه‌های روان و غیره تأثیرگذار است. در شکل ۹ نقشه وضعیت ارتفاعی منطقه موردمطالعه نشان داده شده است که بر اساس آن، این منطقه در بین ارتفاع صفر تا ۲۹۵۰ متری از سطح دریا قرار دارد و در یک روند کلی، میزان ارتفاع از غرب به شرق و از جنوب به سمت شمال منطقه دارای روند افزایشی است. پس از تهیه نقشه وضعیت ارتفاعی منطقه، ضریب همبستگی آن با شاخص AOD محاسبه شده است. براساس نتایج

حاصله، ضریب به دست آمده معادل ۰/۶۰۲- بوده است که این مسئله بیانگر ارتباط غیرمستقیم و معنادار بین ارتفاع و میزان غلظت گردوغبار منطقه است.



شکل ۹- نقشه وضعیت ارتفاعی منطقه موردمطالعه

Fig. 9. Altitude map of the studied area

۳-۳-شناسایی کانون‌های گردوغبار

به‌منظور شناسایی کانون‌های گردوغبار از نتایج و پارامترهای مراحل قبل استفاده شده است. در این بخش ابتدا پارامترهای مورداستفاده استانداردسازی شده است که برای این منظور به مناطق با شاخص NDVI پایین‌تر، مناطق با میانگین سرعت باد بیش‌تر، مناطق دارای میانگین بارش کم‌تر، مناطق دارای میانگین دمای بیش‌تر، واحد تپه‌های ماسه‌ای و مناطق کم ارتفاع، ارزش نزدیک به ۱ داده شده است. همچنین به مناطق با شاخص NDVI بالاتر، مناطق با میانگین سرعت باد کم‌تر، مناطق دارای میانگین بارش بیش‌تر، مناطق دارای میانگین دمای کم‌تر، واحد کوهستان و مناطق مرتفع، ارزش نزدیک به۱ صفر داده شده است. پس از استانداردسازی لایه‌های مربوط به هر پارامتر، بر مبنای ضریب همبستگی به دست آمده در مرحله قبل

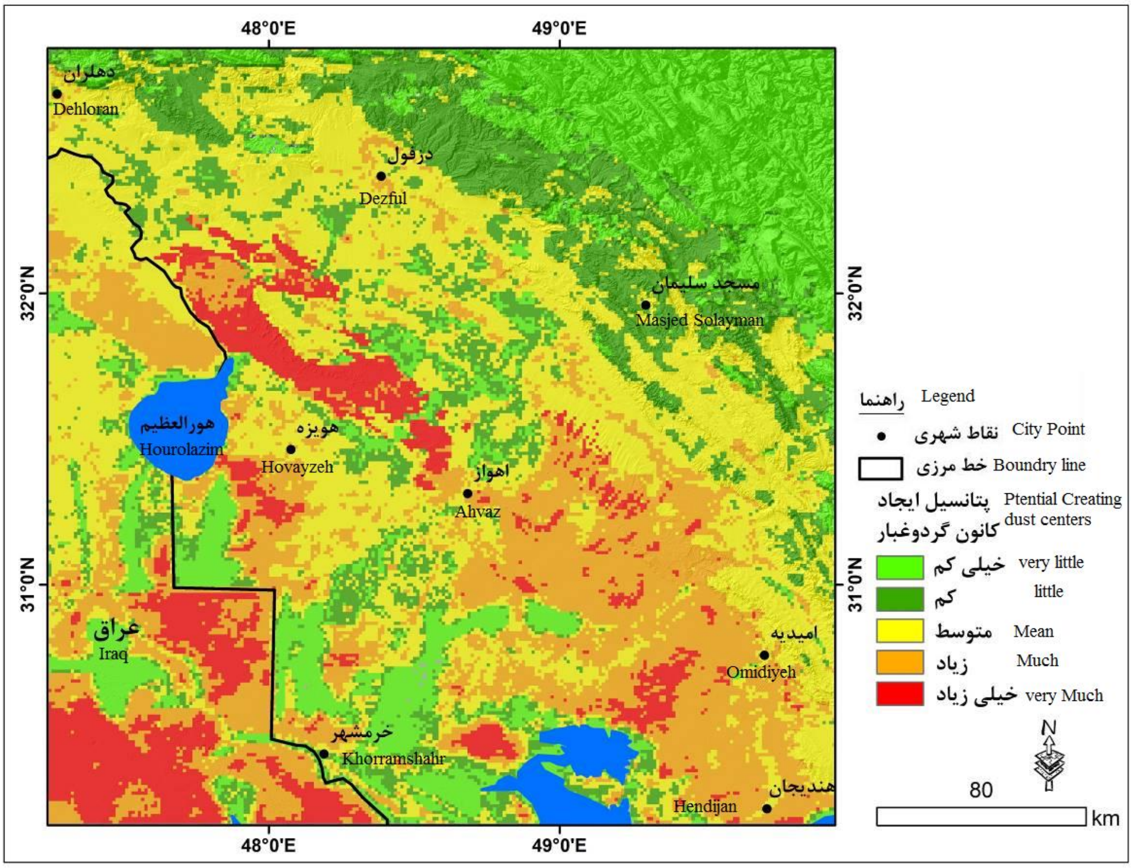
(ضریب همبستگی هر پارامتر با شاخص AOD)، به لایه‌های اطلاعاتی وزن داده شده است که بر این اساس لایه شاخص NDVI با وزن ۰/۶۳ (به دلیل اینکه ضریب همبستگی آن با شاخص AOD، ۰/۶۳ بوده است)، دارای بالاترین وزن بوده است. لازم به ذکر است که برای لایه واحدهای ژئومورفولوژی، به واحد تپه‌های ماسه‌ای، دشت، تپه‌ماهور و کوهستان به ترتیب وزن ۰/۷۱، ۰/۶۴، ۰/۴۷ و ۰/۲۳ داده شده است (جدول ۲).

جدول ۲- وزن پارامترهای مورداستفاده (ضریب همبستگی هر پارامتر با شاخص AOD)

Table 2- Weight of parameters used (correlation coefficient of each parameter with AOD index)

پارامتر **Parameter**	وزن **Weight**	پارامتر **Parameter**		وزن **Weight**
NDVI	0.63	واحدهای ژئومورفولوژی Geomorphological units	کوهستان Mountain	0.23
سرعت باد Wind speed	0.156		تپه‌ماهور Mound	0.47
بارش Rain	0.557		تپه‌های ماسه‌ای Sand dunes	0.71
دما Temperature	0.489		دشت Plain	0.64
ارتفاع Elevation	0.602			

پس از وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی و اعمال وزن به دست آمده بر روی هر لایه، به‌منظور تهیه نقشه نهایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار، لایه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار IDRISI شده است و با استفاده مدل WLC با هم ترکیب و تلفیق شده است و درنهایت نقشه نهایی مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار در ۵ کلاس تهیه شده است (شکل ۱۰). بر اساس نتایج حاصله، بخش زیادی از منطقه موردمطالعه ازجمله مناطق شمال غربی شهر اهواز و مناطق شمالی شهر هویزه که عمدتاً منطبق بر ریگزارهای منطقه است، پتانسیل خیلی زیادی جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارد. همچنین مناطق حدفاصل شهرهای امیدیه تا اهواز نیز پتانسیل زیادی جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارد.



شکل ۱۰- مناطق مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار در منطقه موردمطالعه

Fig.10. Areas prone to creating dust centers in the study area

۴-نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داده است که بخش زیادی از منطقه جنوب غربی کشور با مخاطره گردوغبار مواجه است. بر اساس نتایج حاصله از ارزیابی وضعیت غلظت گردوغبار منطقه، بیش‌ترین غلظت گردوغبار مربوط به مناطق میانی استان خوزستان و مناطق جنوبی استان ایلام بوده است و همچنین کم‌ترین میزان غلظت گردوغبار نیز مربوط به مناطق مجاور هورالعظیم، رودخانه اروند و خط ساحل جنوب بوده است. با توجه به اینکه ضریب همبستگی بین میزان غلظت گردوغبار منطقه با پارامترهای NDVI، سرعت باد، بارش، دما و ارتفاع به ترتیب ۰/۶۳، ۰/۱۵۶، ۰/۵۵۷، ۰/۴۸۹ و ۰/۶۰۲ بوده است، بنابراین می‌توان گفت که همانند مناطق شرقی کشور (Fathallah zadeh et al., 2023)، عوامل محیطی نقش مهمی در تعیین وضعیت غلظت گردوغبار جنوب غربی کشور داشته است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داده است که بخش زیادی از منطقه موردمطالعه ازجمله مناطق شمال غربی شهر اهواز و مناطق شمالی شهر هویزه که عمدتاً منطبق بر ریگزارهای منطقه است، همانند مناطق شمال غربی و شرقی استان همدان (Shayesteh et al., 2020) و مناطق مرکزی و شمالی استان قم (Karam et al., 2022)، پتانسیل خیلی زیادی جهت ایجاد کانون‌های گردوغبار دارد. مجموع

نتایج حاصله از این پژوهش نشان داده است تحت تأثیر عوامل محیطی، بخش زیادی از مناطق جنوب غربی کشور مستعد ایجاد کانون‌های گردوغبار است و در بین عوامل محیطی، وضعیت تراکم پوشش‌گیاهی، مهم‌ترین نقش را داشته است؛ بنابراین مهم‌ترین راهکار کنترل و کاهش گردوغبار منطقه، ایجاد پوشش‌گیاهی در مناطق فاقد پوشش‌گیاهی ازجمله ماسه‌زارهای منطقه است.

References

Azizi, G., Miri, M., & Nabavi, S. O. (2012). Tracking the phenomenon of dust in the western half of Iran. *Journal of Arid Regions Geographic Studies*, *3*(7), 63-81. [In Persian] https://jargs.hsu.ac.ir/article_161302.html

Azizi, G., Neghah, S., Farid Mojtahedi, N., & Shojaie, Y. (2023). Detection of the new dust source for the north of the Iran. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, *10*(1), 157-174. [In Persian] http://dx.doi.org/10.61186/jsaeh.10.1.157

Beegum, S. N., Gherboudj, I., Chaouch, N., Temimi, M., & Ghedira, H. (2018). Simulation and analysis of synoptic scale dust storms over the Arabian Peninsula. *Atmospheric Research*, *199*, 62-81. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.09.003

Cao, H., Amiraslani, F., Liu, J., & Zhou, N. (2015). Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. *Science of the Total Environment*, *502*, 224-235. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.025

Cheki Forak, M., Doostan, R., & Minaei, M. (2023). Identification of Dust Centers in Birjand City. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, *13*(46), 61-84. [In Persian] https://doi.org/10.22111/gaij.2023.42530.3034

Dargahian, F., Lotfi Nasab Asl, S., & Khosroshahi, M. (2019). Analysis of the role of internal dust sources in creating critical conditions in Ahvaz with an emphasis on the southeastern area. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, *16*(2), 157-170. [In Persian] https://doi.org/10.22092/ijfrpr.2019.118689

Deep, A., Pandey, C. P., Nandan, H., Singh, N., Yadav, G., Joshi, P. C., ... & Bhatt, S. C. (2021). Aerosols optical depth and Ångström exponent over different regions in Garhwal Himalaya, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, *193*(6), 324. https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-021-09048-4

Esfandiary Darabad, F., Layeghi, S., Mostafazadeh, R., & Haji, K. (2021). The zoning of flood risk potential in the Ghotorchay watershed with ANP and WLC multi-criteria decision making methods. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, *8*(2), 135-150. [In Persian] http://dx.doi.org/10.52547/jsaeh.8.2.135

Fathallah zadeh, M., Ranjbar Barough, Z., Motamedirad, M., & Hajikarimi Dolabi, Z. (2023). Investigating the characteristics of wind and its relationship with the occurrence of dust in Zabol city using the system Google Earth Engine. *Quantitative Geomorphological Research*, *12*(3), 167-183. [In Persian] https://doi.org/10.22034/gmpj.2023.416114.1455

Guan, X., Huang, J., Zhang, Y., Xie, Y., & Liu, J. (2016). The relationship between anthropogenic dust and population over global semi-arid regions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, *16*(8), 5159-5169. http://dx.doi.org/10.5194/acp-16-5159-2016

Hermas, E., Leprince, S., & El-Magd, I. A. (2012). Retrieving sand dune movements using sub-pixel correlation of multi-temporal optical remote sensing imagery, northwest Sinai Peninsula,

Egypt. *Remote Sensing of Environment*, *121*(2), 51-60. http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.01.002

Hu, Z., Huang, J., Zhao, C., Bi, J., Jin, Q., Qian, Y., ... & Ma, J. (2019). Modeling the contributions of Northern Hemisphere dust sources to dust outflow from East Asia. *Atmospheric Environment*, *202*, 234-243. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.01.022

Jooybari, S. A., Rezaee, P., Soleimani, F., & Davoodi, H. (2019). Dust and its centers: basics and methods of identifying and stabilizing, with a special attitude to the Khuzestan Plain. *Applied Sedimentology*, *7*(14), 129-142. [In Persian] https://doi.org/10.22084/psj.2019.3501

Karam, A., Sffari, A., Ahmadabadi, A., & Anari, A. (2022). Identification of dust centers based on wind characteristics and land cover condition (Case study: Qom province). *Quantitative Geomorphological Research*, *11*(1), 44-61. [In Persian] https://doi.org/10.22034/GMPJ.2021.296815.1290

Katra, I. (2020). Soil erosion by wind and dust emission in semi-arid soils due to agricultural activities. *Agronomy*, *10*(1), 89. http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10010089

Kim, J. (2008). Transport routes and source regions of Asian dust observed in Korea during the past 40 years (1965–2004). *Atmospheric Environment*, *42*(19), 4778-4789. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.01.040

Kok, J. F., Adebiyi, A. A., Albani, S., Balkanski, Y., Checa-Garcia, R., Chin, M., ... & Wan, J. S. (2021). Contribution of the world's main dust source regions to the global cycle of desert dust. *Atmospheric Chemistry and Physics*, *21*(10), 8169-8193. https://doi.org/10.5194/acp-21-8127-2021

Namdari, S., Hajibaglou, A., & Abazari, G. (2022). Analysis of changes in Iran's Dust hotspots in the last twenty years. *Journal of Geography and Planning*, *25*(78), 345-361. [In Persian] https://doi.org/10.22034/gp.2021.42751.2739

Noroozi, A. A., & Shoaee, Z. (2020). Dust storm identification using satellite imagery & field observation. *Agricultural Information Sciences and Technology*, *2*(2), 29-35. [In Persian] https://doi.org/10.22092/aistj.2020.342192.1040

Parajuli, S. P., & Zender, C. S. (2017). Connecting geomorphology to dust emission through high-resolution mapping of global land cover and sediment supply. *Aeolian Research*, *27*, 47-65. http://dx.doi.org/10.1016/j.aeolia.2017.06.002

Ranjbar, H., Bazgir, M., Namdar Khojasteh, D., & Rostaminia, M. (2019). Identification of dust sources in Ilam province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *26*(3), 675-688. [In Persian] https://doi.org/10.22092/ijrdr.2019.120016

Rasouli, A. A., Mahmoudzadeh, H., Yazdchi, S., & Zarinbal, M. (2012). The Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) and Weighted Linear Combination (WLC) methods for landfill of Urban Solid Waste maerials Case Study: Marand County. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, *2*(4), 41-52. [In Persian] https://doi.org/10.22111/gaij.2012.875

Shayeshteh, K., Gharib, S., Safikhani, M., & Arabi, S. A. (2020). Identifying Dust generation potential sources using fuzzy logic in Hamadan province. *Environmental Erosion Research Journal*, *10*(2), 59-74. [In Persian] http://dorl.net/dor/20.1001.1.22517812.1399.10.2.4.7

Wei, T., Dong, Z., Kang, S., Rostami, M., Ulbrich, S., & Shao, Y. (2019). Hf-Nd-Sr isotopic fingerprinting for aeolian dust deposited on glaciers in the northeastern Tibetan Plateau region. *Global and Planetary Change*, *177*, 69- 80. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.03.015

Zhang, B., Tsunekawa, A., & Tsubo, M. (2015). Identification of Dust Hot Spots from MultiResolution Remotely Sensed Data in Eastern China and Mongolia. *Water, Air, & Soil Pollution*, *226*(117), 23-34. http://dx.doi.org/10.1007/s11270-015-2300-2